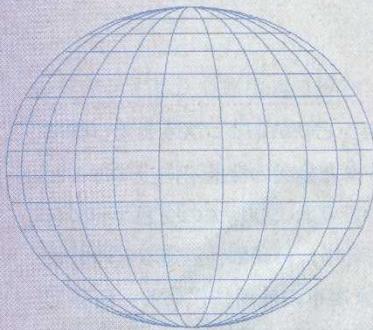


[投稿] 潮位差を利用した港の水質浄化システム

ジャカルタ漁港の実施例



折下定夫

ORISHIMO Sadao

正会員

(株)バシフィックコンサルタンツインターナショナル
コンサルティング事業部港湾開発部プロジェクト部長

ジャカルタ漁港の概要

インドネシアは米国・豪州につぎ 541 万 km² の 200 海里排他的経済水域を有する世界第 3 位の海洋国家である。2000 年には約 493 万 t の漁業生産量があり、世界で第 6 位の漁業国家となっている。漁業生産量のうち約 84% の 414 万 t は海面漁業に依存している。しかしながら全国的には漁業インフラ整備および漁船の近代化が不十分で、広大な海域での漁業資源を持続的に活用する管理体制もできていないのが現状である。このような状況下で 1999 年ワヒド新大統領はそれまで農業省の傘下であった水産総局を海洋水産省とし、海洋水産資源の持続的な開発に重点を置くことになった。

ジャカルタ漁港（以下 JFP、写真-1）は 1973 年にインドネシア政府の要請を受け、海外技術協力事業団（OTCA：現在の JICA 国際協力事業団の前身）がフィージビリティ調査を実施し、プロジェクトはスタートした。JFP はその後海外経済協力基金（OECF：現在の JBIC 国際協力銀行の前身）の円借款による資金援助を受け 1984 年に完成、供用開始したインドネシア最大の漁港である。筆者は 1978 年から本業務に参加し、現在でもコンサルタントの責任者として従事している。最初の港湾土木工事では全長約 4 000 m の護岸・防波堤の基礎に竹杭・竹マットを使用し軟弱地盤に対処した（詳細は本誌 1986 年 3 月号参照）。

JFP は当初ジャカルタ周辺の小規模水揚場を統合し、主と



写真-1 ジャカルタ漁港全景

してジャワ海の漁業基地として計画された。しかしながら、1980 年代初めにジャワ海のトロール漁業が全面禁止になり、漁場はマドラ島沖、ナトーナ海域、スマトラ沖のインド洋まで拡大している。1980 年代後半にはジャカルタ市民への水産物供給基地に加え、円高およびジャカルタ発日本行きの航空路が増強されたこともあり、インド洋で漁獲されたマグロが JFP に水揚げされ、その日のうちに「生マグロ」として空輸される事業が活発になった。現在、日本に世界各地から空輸される生マグロ全量の約 20% はインドネシアからとなっている。JFP 内のジャカルタ中央卸売市場は地方から輸送された水産物が夜間取引され、毎日 1 万人を超える漁業関係者で賑わっている。また、JFP 内の約 30 ha の水産加工団地にはすでに 80 社を超える工場が操業し、1 万人を超える人たちが働いて、エビ・魚の加工基地としてインドネシアの水産物輸出に寄与している。現在、JFP は毎日 3 万人近い人々が早朝から深夜まで働く漁業の町に発展した。水産物の取扱量は年間約 16 万 t で、その取扱額は現地価格でも毎日約 1 億円となっている。

このように JFP は漁港、水産流通センターおよび水産加工センターの 3 機能を提供している。さらに、今般（第 4

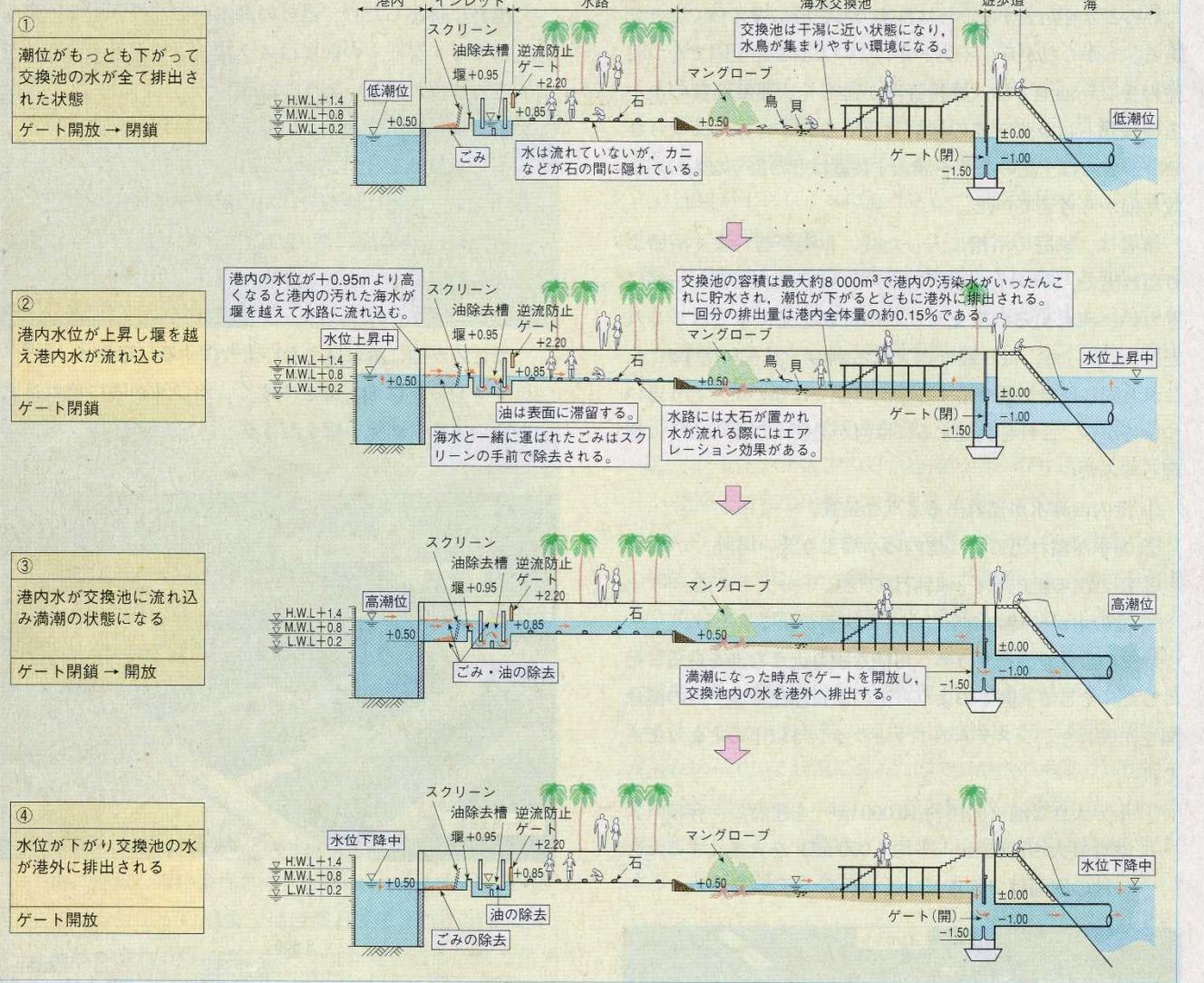


図-1 海水浄化システム概念図

期) の事業で漁港内に「1 500 m の海岸遊歩道」および「ユニークなマンガローブ護岸」を整備し、連日釣り人やウォーターフロントを散策する市民で賑わう海岸レクリエーションの場も提供している。また、JFP は「JICA の技術協力」および「JBIC の円借款供与」という典型的な日本の ODA 案件であること、環境に配慮した再整備事業が継続的に実施されていること、および地域に密着し地元漁民・住民によく利用されていることから、日本政府関係者からも注目されている。このようなことからジャカルタ市内という地理的条件の良さもあり国内外からの見学者が多い。

漁港水域の現状

JFP は比較的遠浅（海底勾配約 300 分の 1）のジャカルタ湾に建設されたため、防波堤に囲まれた港の水域（面積約 40 ha、平均水深約 5 m）は閉鎖的となっている。潮位の干満差も通常 60 cm 程度で港内の海水の自然交換はあまり期

待できない。さらに、常時約 300 隻の漁船が係留し、3 000 人以上の漁船員が船上で生活している。漁船ないし岸壁からの生活廃棄物や排泄物、さらに漁船の廃油の一部がそのまま港内に捨てられ港内の海水の汚濁は悪化の一途である。これに対処するため、今般の第 4 期事業では現地のニーズに合致した海水交換・水質浄化システムを筆者らが考案し建設することになった。

港の水質浄化システムの考案

水質浄化システムは次の条件を満たす必要があった。

- ① 約 200 万 m³ の港内の水の交換を促進する。
- ② 水の交換時に浮遊しているごみ・油が除去できる。
- ③ 運転、維持管理が容易でかつ費用がかからない。
- ④ 汚れた水を少しでも浄化して港外に排出する。
- ⑤ 人々に海水汚染の問題を啓発する。
- ⑥ 漁港施設の一部として環境美化になりうる。

大型ポンプを使用し海水を排出し、ごみ収集船で浮遊しているごみを除去することは日本では一般に考えつくことである。しかしながら、インドネシアのような途上国でかつ収益の少ない漁港では「維持管理が難しく、運転経費のかかる機械類」はシステムの検討対象から外さなければならぬ。筆者らは上記の条件を満たす装置はどのようなものかと数年前から考えていた。

筆者は、家庭の浴槽に入った時、お湯が勢いよく浴槽より溢れ出て、その時、浴槽に浮いていた汚れがお湯と一緒にきれいに流れ出るのを見た。この現象を見て筆者は「これだ!!」と思った。毎日繰り返される潮の干満を利用すれば、これと同じ現象を創り出すことが可能ではないか。そう思いついてから、これを実現するには何が必要か以下のように整理してみた。

- ① 港内の海水が溢れ出るような装置。
- ② 海水が溢れ出るには港内の水面より低い場所。
- ③ 溢れ出る港内水を一時貯留できる十分大きな池。
- ④ 池の水が一時的に空になった状態が保てること。

以上の条件を満たすため、可能な限り大きな池を造ることにした。そして、図-1のように港の水質浄化システムの概念図を作成した。システムのアウトラインは以下のとおりである。

- ① 十分大きな池（面積約 10 000 m²）を建設し、容積（大潮時最大 10 000 m³、平均 4 000 m³）を大きくするために池の底面はできるだけ低くする（写真-2）。



写真-2 港内海水交換池

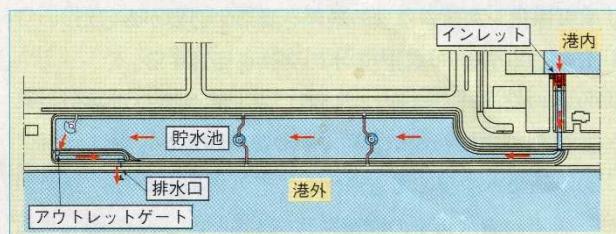


図-2 水質浄化システム配置図

② 池にはゲートを設置し、ゲートの開閉により池の水を港外に排出したり、港外の海水が池に侵入しないようになる。ゲートの前にはスクリーンを設け池のごみが港外に流れ出ないようにする。

③ 最港奥に港内の海水を取り入れる装置（以降インレット）を設ける（図-2、写真-3）。

④ インレットには堰を設けて、潮位が堰の高さ以上になった時、空の池に港内の海水が流れ込むようにする（図-3）。

⑤ インレットにはスクリーンを設け、港内に浮遊しているごみが池に流れ込まないようにする（写真-4）。

⑥ インレットは油が浮きやすく、かつ油が池に流れ込まないような油除去槽を設ける。



写真-3 インレット

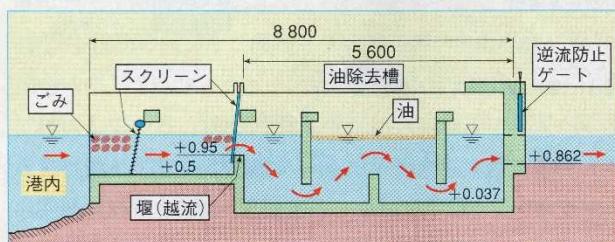


図-3 インレット断面図



写真-4 スクリーンでごみ（左）が除去される



写真-5 インレットから池への川



写真-6 マングローブ

- ⑦ インレットにはいったん池に入った海水が下げ潮時港内に逆流しないようゲートを設ける。
- ⑧ インレットから池までは自然石でできた小川を設け、海水が流れる際にエアレーションを起こし、また魚やカニなどが育ちやすい環境を創る（写真-5）。
- ⑨ 池にはマングローブを植え、植物プランクトン・動物プランクトンによる海水浄化機能を創る（写真-6）。
- ⑩ 池には干潟があり貝類による浄化機能を創り出す。
- ⑪ 小川・池の周辺は植栽を十分に行い、良い景観を創る（写真-6）。また、木橋・テラスを設け人々が憩えるようにする。

結論

工事は完成し、浄化システムのテストを実施した。その結果、以下のことが判明した。

- ① 港内の海水は所定のとおり上げ潮時に堰を越流し池に流入する。池への流入量はその日の潮位差によって異なるが、最大 $10\,000\text{ m}^3/\text{日}$ 、平均で $4\,000\text{ m}^3/\text{日}$ となる。港内の水量は約 200 万 m^3 であるので、毎日約 0.2% の港内水が排出されることになる。
- ② 港内水が堰を越流する際に、浮遊しているペットボトル、プラスチック袋、木片等のごみがインレットに流

れ込みスクリーンで完全に除去されることが確認でき、インレットは予想以上にごみ収集機能があった。スクリーンのごみの除去を怠ると、たちにスクリーンがごみで詰まり、堰での越流能力が落ちる。管理者は越流時にごみの除去を継続的に行うことが重要である。

- ④ 写真-1 で鮮明に識別できるように港内に浮遊している油類がインレットに流れ込む。油除去槽に油が浮き容易に処理できる。
- ⑤ ごみと油を取り除いた水は予想以上に透明である。
- ⑥ 小川・池の自然石の護岸は藻が発生しやすく、魚類が繁殖しやすく良い釣り場を提供している。また、緑が育ち潤いのある漁港空間を創り出している。
- ⑦ マングローブも育ち始めて、成長が楽しみである。
- ⑧ インドネシア最古の灯台を池の中に取り込み、歴史的遺産と調和の取れた風景を生み出している。

以上のようにこの「港の水質浄化システム」は設計どおりの機能を満たすことが判明した。しかしながら、潮位を考慮したタイミングなゲートの開閉、ごみの除去および油の除去は全て人力によるので、このシステムが所定の機能を継続的に發揮するかどうかはすべて管理者の意志と情熱にかかっている。なお、本文執筆の時点では池にまだ一部の工場廃水が流れ込んでいる状況であったので、港内の水質の浄化度を定量的に測定していない。今後は定期的に水質（COD、窒素およびリン等）を測定し、システムの効果を定量的に把握することが課題である。

最後に、この「港の水質浄化システム」を導入するにあたり貴重な助言をいただいた水産庁（当時 JICA 水産総局専門家）の岡貞行氏、JBIC ジャカルタ所長（当時）の榎山信夫氏、日本大使館（当時）の若林英樹氏および建設に係わったりんかい建設の松島俊郎氏にこの誌面をお借りして厚く御礼申し上げる。

なお、ジャカルタ漁港のウェブサイトの URL は www.jakartafishport.com である。

（2003年5月29日・受付）